

Tecnologías constituidas, innovaciones en proceso y tecnologías introducidas en el mercado internacional: caso de estudio¹

Consolidated technologies, ongoing innovations and technologies introduced to the international market: A case study

Maidelyn DÍAZ-PÉREZ²

Raudel GIRÁLDEZ-REYES²

Dayron ARMAS-PENIA²

Reinaldo Javier RODRÍGUEZ-FONT²

Elio Atenógenes VILLASEÑOR-GARCÍA³

Humberto Andrés CARRILLO-CALVET⁴

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo conocer la trayectoria tecnológica del dominio caso de estudio Shale gas. Se propone como unidad de análisis y medición, la clasificación internacional de patentes de las invenciones relacionadas con el tema y recuperadas en tres bases de datos internacionales diferentes. Primero, se analizan las tecnologías constituidas consideradas como patentes concedidas en la oficina de patentes de los Estados Unidos de América *United States Patent and Trademark*, segundo las innovaciones en proceso identificadas como patentes solicitadas en la misma *United States Patent and Trademark*, y por último las patentes introducidas en el mercado internacional tramitadas mediante el Tratado de Cooperación de Patentes. La metodología utilizada aplicó indicadores de frecuencia y relacionales a la unidad objeto de estudio y obtuvo resultados que describen el comportamiento del conocimiento tecnológico del dominio. El análisis de la representación de los datos permitió identificar mediante el estudio de las clasificaciones las temáticas presentes en los procesos geofísicos de los aceites y gas de lutita conocidos como Shale gas, relacionados con la utilización de equipos de cómputo digital.

Palabras clave: Clasificación internacional de patentes. Indicadores de patentes. Patentes. Shale gas. Trayectorias tecnológicas.

Abstract

The aim of this research is to understand the technological trajectory of the case study of Shale gas production. As a unit of analysis and measurement, we used the international classification of patents for inventions related to the topic retrieved from three different

¹ Trabajo presentado en el VII Seminario Internacional sobre Estudios Cuantitativos y Cualitativos de la Ciencia y la Tecnología "Prof. Gilberto Sotolongo Aguilar" en XIII Congreso Internacional de Información - INFO'2014. Habana, Cuba.

² Universidad de Pinar del Río, Grupo Gestión de Información, Conocimiento y Tecnologías, Dirección de Información Científico Técnica. Calle Martí Esquina 300, entre 27 de Noviembre y González Alcorta, 20100, Pinar del Río, Cuba. Correspondencia a nombre de/Correspondence to: M. DIAZ-PÉREZ. E-mail: <maidelyn@ict.up.edu.cu>.

³ Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación, Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento. Ciudad de México, México.

⁴ Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Matemática. Ciudad de México, México.

Recibido el día 26/5/2014 y aceptado para su publicación el 5/9/2014.

international databases. First the study analyzes consolidated technologies considered as granted patents, then the ongoing innovations identified as patent applications, and last the technologies introduced to the international market granted through the Patent Cooperation Treaty. According to the methodology, the frequency and relational indicators were applied to the unit under study. The results obtained describe the technological behavior of the domain. This technique allowed identifying the subject areas involved in the geophysical processes of oil and Shale-gas production related to the use of digital computing systems through the study of patent classifications.

Keywords: International patent classification. Patent indicators. Patents. Shale-gas production. Technological trajectories.

Introducción

Dentro de las normativas que establece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) se encuentra que toda invención debe acreditarse en una o varias Clasificaciones en el campo número 51 del documento de patente, las cuales identifican y describen a qué áreas del conocimiento técnico pertenece la invención. La Clasificación Internacional de Patentes (CIP) abarca un conjunto de campos de conocimiento incluidos dentro del ámbito de las patentes de invención. Al ser un sistema único e internacional logra una estandarización en las taxonomías del conocimiento tecnológico. Abarca no solo las grandes clases y categorías por disciplinas, sino hasta los niveles más profundos de complejidad de cada temática.

Los niveles jerárquicos de la última versión (octava edición) de la CIP con toda su estructura de símbolos, contiene: 8 secciones, 129 clases, 633 subclases, 7.066 grupos y 10.047 subgrupos. Esta amplia cobertura temática permite realizar análisis métricos considerando este campo del documento de patente; sin embargo no se utiliza con regularidad en los análisis métricos con la información.

En el análisis de literatura científica el análisis de las clasificaciones tampoco ha sido muy utilizado, se realizan más estudios de cocitación. Leydesdorff justifica este comportamiento al hecho que las clasificaciones o temáticas, son impuestas por las revistas, mientras las referencias citadas son elegidas por los autores. Aunque los indicadores relacionados con la clasificación son importantes, hasta el presente se han usado más los de cocitación. Muy a pesar de esas prácticas, el presente estudio rompe con ese esquema metodológico y presenta las amplias posibilidades que ofrece la clasificación para recuperar estructuras de conocimiento científico tecnológico (Díaz-Pérez, 2010).

Las clasificaciones pueden ser las unidades de análisis más confiables para explorar la información contenida en las bases de datos de patentes.

Esta investigación comparte el criterio que el análisis por clasificación temática permite mapear de forma más evidente el conocimiento científico que subyace en los documentos de patente (Leydesdorff, 1987; Tijssen, 1992; Leydesdorff & Heimeriks, 2001; Jaffe & Trajtenberg, 2002; Leydesdorff, 2004) así como permite conocer y representar la especialización temática por países, regiones, institutos, investigadores, etc. (Fall *et al.*, 2003; Van Zeebroeck *et al.*, 2006; Leydesdorff & Meyer, 2007; Cong & Han-Tong, 2010).

Y lo más importante, se considera que la CIP puede ser usada como unidad de análisis para explorar la información contenida en las patentes (Díaz-Pérez & Moya-Anegón, 2008), e incluso puede ser comparada con las categorías de materias que el *Institute for Scientific Information* (ISI) atribuye a las revistas según Leydesdorff. Este autor considera a las clases de la clasificación como equivalentes de las revistas, realiza la propuesta de analizar el equivalente correspondiente de una matriz de citación entre revista y revista (Leydesdorff, 2008).

Este estudio además de aplicar los indicadores tradicionales de patentes propone utilizar dentro de las unidades de análisis del estudio a la CIP. Se insiste en esta investigación en resaltar, que dentro de los estudios patentométricos el uso de la clasificación internacional es una de las mejores unidades de análisis y medida para diagnosticar la composición del estado de la técnica de un dominio tecnológico.

El caso de estudio que se utiliza para aplicar la propuesta está asociado con el dominio tecnológico Shale gas.

Por años, la extracción de reservas de petróleo y gas licuado han sido las fuentes de energía del mundo industrializado; no obstante, la creciente dependencia y

las, cada vez más escasas, reservas existentes han dado pie a la búsqueda de fuentes de energía no convencionales; países como Estados Unidos de América, Canadá, Europa y Australia, han emprendido esfuerzos por explotar las reservas de gas y aceite de lutita. Se estima que el gas de lutita, conjuntamente con otras fuentes de energía no convencionales logrará afianzar la independencia energética de estos países y reducir los elevados costos del crudo en el mercado internacional.

México no ha sido la excepción, a través del Boletín N° 26, emitido el 23 de marzo de 2011, Pemex manifestó haber obtenido su primera producción de gas de lutita pero con algunas limitaciones. Recientemente, el Congreso Mexicano aprobó un conjunto de modificaciones a la constitución denominado "Reforma Energética". Estas nuevas leyes prevén la explotación de este tipo de yacimientos a gran escala. Sin embargo, la producción del Shale gas tiene problemas técnicos y riesgos particulares. De los retos técnicos más importantes son la estimación no invasiva de las propiedades geológicas de los yacimientos y la predicción de su rentabilidad económica; ya que la construcción de los pozos implica una alta inversión económica, así como un alto riesgo al medio ambiente.

Para abordar el problema de caracterización no invasiva, se han propuesto algunas técnicas de modelación, tales como el mapeo geostadístico y transformaciones multiatributo para la estimación de la porosidad (Pramanik *et al.*, 2004). Otros enfoques incluyen el uso de algoritmos genéticos (Dorrington & Link, 2004) o redes neuronales (Helle *et al.*, 2001; Bhatt & Helle, 2002). Estas últimas han sido utilizadas exitosamente para estimar la porosidad y permeabilidad a partir de registros sísmicos. Recientemente, se presenta una aplicación de regresiones suaves para estimar la porosidad integrando atributos sísmicos con registros de pozos (Iturraran, 2011). Una de las ventajas de esta técnica es que además de estimar la porosidad se logran esclarecer relaciones no-lineales (si es que existen) entre las distintas variables que determinan la rentabilidad de los yacimientos, mediante el uso de simulaciones computacionales. Por esta razón, uno de los énfasis principales de esta investigación se hace sobre el desarrollo de tecnologías de la computación relacionadas; así como métodos de caracterización y simulación.

El objetivo de la presente investigación consiste en estudiar la trayectoria de este dominio tecnológico, a partir del análisis de la asignación de clasificadores de la CIP a patentes registradas en tres bases de datos diferentes *United States Patent and Trademark* (USPTO) concedidas, USPTO solicitadas, *PatentScope*. Se analizan las tecnologías constituidas (patentes concedidas), las innovaciones en proceso (patentes solicitadas) y las tecnologías introducidas en el mercado internacional tramitadas mediante el Tratado de Cooperación Internacional de patentes *Patent Cooperation Treaty* (PCT) del caso de estudio: Shale gas. La aplicación de indicadores de frecuencia y relacionales a la unidad objeto de estudio permite obtener resultados que describen el recorrido de este dominio, identificando mediante estas técnicas las temáticas presentes en los procesos geofísicos de aceite y gas de lutita (shale gas).

Métodos

La investigación considera que la unidad de análisis más representativa que será objeto específico de estudio en una medición; se refiere al qué o quién es objeto de interés en una investigación; es "el sobre qué o quiénes se van a recolectar datos". En este caso, lo que se analiza es un dominio tecnológico y la unidad de análisis propuesta es la CIP. Clasificación que cubre todos los ámbitos de la tecnología y detalla cada invención por niveles tan específicos que casi llega a describir los resultados.

Los indicadores utilizados son de frecuencia y relacionales. La unidad de análisis se cruza con otras variables (años, inventores, titulares, etc.) del documento de patente para obtener datos cruzados del dominio. Además se aplica el indicador patentométrico de coclasificación. Según lo establecido por la OMPI que consiste en:

Otra forma de establecer vínculos tecnológicos es a través de los códigos de clasificación. Esto se debe a que una misma patente puede ser clasificada bajo varios códigos de clasificación si se refiere a un producto o proceso que concierne a más de un campo de la tecnología. Los códigos de clasificación muestran los vínculos entre estos campos (Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, p.96).

En el caso del indicador de clasificaciones conjuntas será más o menos relevante en la medida en que ocurran en mayor o menor número de veces.

Como parte de la metodología se explica de forma independiente la fuente de datos y estrategia de búsqueda en cada base de datos de patentes utilizada (USPTO, Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos y Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Y al final se comenta de forma general la herramienta empleada para el procesamiento de la información y las técnicas de visualización utilizadas en los tres casos de análisis.

Primer análisis: *United States Patent and Trademark* concedidas

Fuente de datos: Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos USPTO en específico se utiliza como fuente, la Base de Datos (BD) Patent Grant.

Estrategia de búsqueda: Interrogar la BD *Patent Grant de Estados Unidos* sobre los registros de patentes que tuvieran los términos “Shale gas” o “Shale oil”, relacionados con: simulación, algoritmo, modelo, caracterización, reservorio y depósito.

Análisis: *United States Patent and Trademark* solicitadas

Fuente de datos: Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO) se utiliza en particular como fuente, la base de datos *Patent Application Full Text and Image Data Base* (solicitadas).

Estrategia de búsqueda: Interrogar la BD *Patent Application Full Text and Image Data Base* de Estados Unidos sobre los registros de patentes que contengan los términos “Shale gas” o “Shale Oil”, relacionados con: simulación, algoritmo, modelo, caracterización, reservorio y depósito.

PatentScope

Fuente de datos: fue consultada la base de datos de patentes tramitadas por vía PCT, gestionada por la OMPI mediante la herramienta informática PatentScope®.

Estrategia de búsqueda: Interrogar la BD de PatentScope® sobre los registros de patentes que

contengan los términos “Shale gas” o “Shale oil”, relacionados con: computación, algoritmo, simulación.

Procesamiento de los datos

Se utiliza el *software proINTEC* (Giráldez *et al.* 2008) para la descarga, normalización, procesamiento, análisis y visualización de los datos, con confiabilidad probada en otros estudios de caso (Díaz-Pérez, *et al.*, 2007; Díaz-Pérez, *et al.*, 2008; Díaz-Pérez, *et al.*, 2009; Díaz-Pérez, *et al.*, 2010). Para el análisis y visualización de la información contenida en las patentes PCT se usó el servicio gratuito ofrecido por la OMPI, mediante “PatentScope”.

Técnicas de Visualización

Se utiliza como técnica de visualización las redes presentadas en forma de nodos o vértices, donde la estructura semántica se encuentra definida por los enlaces que conectan dichos nodos. La visualización mediante redes hace posible representar las relaciones en forma de red, cruzando variables para encontrar comportamientos o patrones dentro del contenido de las patentes. Para una mejor representación de la información en el análisis e interpretación de los mapas tecnológicos se utiliza el algoritmo *Pathfinder* que permite mostrar sólo los enlaces más relevantes de las redes mapeadas. Se usa además como técnica de poda de enlaces la delimitación numérica de la intensidad de las relaciones entre aquellos nodos que su relación es débil. Y para el posicionamiento de los nodos en la visualización del dominio se emplea el algoritmo de representación espacial *Spring Embeded*; por último se usa el programa *Netdraw* para manipular los gráficos en las representaciones visuales.

Resultados

Base de Datos *United States Patent and Trademark* concedidas

El dominio tecnológico Shale gas está compuesto en la USPTO por un total de 26 patentes concedidas en un periodo de tiempo de 36 años, comprendido entre 1976 y julio del 2012. La década del ochenta fue la

primera en exhibir un incremento del número de invenciones concedidas sobre el tema, y hasta el presente no ha sido superado.

Clasificación Internacional de Patentes

A partir de un análisis de frecuencia del campo clasificaciones, se obtuvo el dato que las patentes del dominio Shale gas abordan 5 *secciones* de la técnica. El mayor número de patentes se clasifican en la sección E "Construcciones Fijas". Sin embargo, las patentes con esta clasificación son en su gran mayoría de los años setenta y ochenta del pasado siglo, no representan novedad para este estudio. Sólo existe una patente con esta clasificación concedida en este siglo, registrada en el año 2001.

Las patentes de las clasificaciones F (Mecánica, etc.) y B (Técnicas Industriales Diversas) fueron también concedidas en los años ochenta del pasado siglo.

Las patentes concedidas después del año 2001, se suponen sean las más novedosas, pertenecen a las áreas Física y Química. Puede significar que en la actualidad las innovaciones científico tecnológicas sobre Shale gas relacionadas con tecnologías de cómputo digital estén vinculadas con las secciones G (Física) y C (Química) de la CIP.

El análisis por el *segundo nivel jerárquico de la CIP* reveló que las invenciones sobre Shale gas se ubican en 14 clases de la CIP. Sin embargo, por la novedad de la temática que abarca este estudio las más importantes son las trabajadas en el presente siglo.

Las clases temáticas del dominio concedidas después del año dos mil, son:

- C10: dentro de la Química abarca los conocimientos relacionados con "Industrias del petróleo, gas o coque. gas de síntesis que contiene monóxido de carbono. combustibles. lubricantes. turba".

- C1: dentro de la Química utiliza los conocimientos relacionados con "Química Inorgánica".

- C12: dentro de la Química estudia los conocimientos relacionados con "Bioquímica. cerveza. bebidas alcohólicas. vino. vinagre. microbiología. enzimología. técnicas de mutación o de genética".

- E21: dentro de la sección de Construcciones Fijas abarca los conocimientos relacionados con "Perforación del suelo o de la roca. explotación minera".

- G1: dentro de la sección Física contempla los conocimientos relacionados con "Metrología. ensayos".

- G6: dentro de la sección Física contiene los conocimientos relacionados con "Cómputo. cálculo. conteo".

Las clases C1, C10 y G6 fueron identificadas en las patentes concedidas sobre Shale gas por la USPTO en el año 2012.

El análisis por el *último nivel jerárquico de la CIP* mostró que existe un amplio número de subgrupos relacionados con las invenciones de Shale gas.

A continuación se presentan los subgrupos temáticos de donde pertenecen las patentes concedidas a partir del año dos mil:

C10G0009: Dentro de la Química abordan temas relacionados con "Cracking térmico no catalítico, en ausencia de hidrógeno, de aceites de hidrocarburos".

C10G0009/320000: Dentro de la Química abordan temas relacionados con "Cracking térmico no catalítico, en ausencia de hidrógeno, de aceites de hidrocarburos según la técnica de lecho fluidizado".

C10G0011/180000: Dentro de la Química abordan temas relacionados con "Cracking catalítico, en ausencia de hidrógeno, de aceites de hidrocarburos" según la técnica fluidizada.

C10G0051/060000: Dentro de la Química abordan temas relacionados con "Tratamiento de los aceites de hidrocarburos, en ausencia de hidrógeno, único por varios procesos de cracking, por varias etapas en paralelo".

C10G0073/020000: Dentro de la Química abordan temas relacionados con "Obtención de ceras de petróleo a partir de aceites de hidrocarburos. Desparafinado de aceites de hidrocarburos".

C12P0003: Dentro de la Química abordan temas relacionados con "Procesos de fermentación o procesos que utilizan enzimas para la síntesis de un compuesto químico dado o de una composición dada, o para la separación de isómeros ópticos a partir de una mezcla racémica", en específico preparación de elementos o compuestos inorgánicos excepto anhídrido carbónico.

C12P0005/020000: Dentro de la Química abordan temas relacionados con "Preparación de hidrocarburos. Acíclicos".

C1B0003/320000: Dentro de la Química abordan temas relacionados con "Hidrógeno. Mezclas gaseosas que contienen hidrógeno. Separación del hidrógeno a partir de mezclas que lo contienen" en específico en Purificación del hidrógeno por reacción de compuestos orgánicos gaseosos o líquidos con agentes gasificantes, p. ej. agua, dióxido de carbono, aire.

E21B0025/080000: Dentro del área temática de Construcciones Fijas abordan temas relacionados con "Aparatos para obtener o retirar las muestras intactas, p. ej. tubos de muestras, extractores de muestras" "Revestimiento, congelación, consolidación de muestras. Recuperación de muestras no contaminadas o de muestras a la presión de formación".

E21B0049: Dentro del área temática de Construcciones Fijas abordan temas relacionados con "Ensayos para determinar la naturaleza de las paredes de los orificios de perforación. Ensayo de las capas. Procedimientos o aparatos para obtener muestras de terreno o de los fluidos del pozo, adaptados a perforaciones del suelo o de pozos".

E21B0049/020000: Dentro del área temática de Construcciones Fijas abordan temas relacionados con "Ensayos para determinar la naturaleza de las paredes de los orificios de perforación. Ensayo de las capas. Procedimientos o aparatos para obtener muestras de terreno o de los fluidos del pozo, en principio adaptados a perforaciones del suelo o de pozos", en especial "Mediante muestras tomadas mecánicamente del terreno".

G1N0015/080000: Dentro del área temática de la Física se abordan temas relacionados con "Investigación de la permeabilidad, del volumen de los poros o del área superficial de los materiales porosos".

G1N0033/260000: Dentro del área temática de la Física se abordan temas relacionados con "Investigación o análisis de materiales por métodos específicos no cubiertos por los grupos", "aceites. líquidos viscosos. pinturas. tintas".

G1N0033/280000: Dentro del área temática de la Física se abordan temas relacionados con "Investigación

o análisis de materiales por métodos específicos no cubiertos por los grupos. Aceites".

G1V0003/060000: Dentro del área temática de la Física se abordan temas relacionados con "Prospección o detección eléctrica o magnética. Medida de las características del campo magnético terrestre, p. ej. de la declinación, de la desviación que utiliza corriente alterna".

G6F0019: Dentro del área temática de la Física se abordan temas relacionados con "tratamiento de datos digitales electricos", en concreto "Equipos o métodos de proceso de datos o de cómputo digital", adaptados a aplicaciones específicas.

Relaciones temáticas: clasificaciones conjuntas

El dominio Shale gas tiene relaciones entre diferentes *secciones* del conocimiento tecnológico. Las relaciones interdisciplinarias más fuertes ocurren entre la sección de Física (G) con la sección de Construcciones Fijas (E); y entre la sección de Química (C) con la sección de Técnicas industriales diversas (B). Existe también un núcleo de relaciones interdisciplinarias entre las secciones de Química (C), Mecánica (F) y Construcciones Fijas (E); así como esta última con el sector de la Física (Figura 1).

En el análisis de las clasificaciones conjuntas por el *segundo nivel jerárquico de la CIP* se destaca la

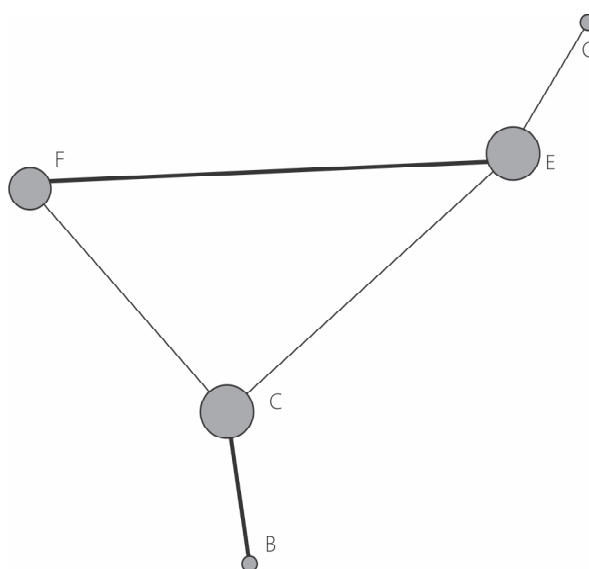


Figura 1. Clasificaciones conjuntas (Sección, Clasificación Internacional de Patentes).

Fuente: Software proINTEC 2013.

intensidad de las relaciones que existen entre las clases *F2* (motores de combustión, plantas motrices de gases calientes o de productos de combustión), la clase *E21* (perforación del suelo o de la roca, explotación minera) y la *F23* (aparatos de combustión, procesos de combustión).

Otra relación conjunta de interés para esta investigación se establece entre las clases *G6* orientada a cómputo, cálculo, conteo, etc., con la clase *G1* que aborda la metrología y a su vez, esta última relacionada con la *E21* que abarca los conocimientos técnicos sobre perforación de suelos o rocas, explotación minera, etc. Esto constata que existen patentes en este dominio que están reivindicando invenciones sobre tecnologías orientadas a la metrología y a la explotación de suelos y rocas.

El análisis hasta el último nivel jerárquico de clasificación representa las principales clasificaciones conjuntas del dominio (Figura 2). Se visualizan los diferentes grupos temáticos en Shale gas, incluso se delimitan los diferentes nodos que existen incluso dentro de una misma sección del conocimiento tecnológico. En este caso, las relaciones más intensas se manifiestan entre

la sección E de "construcciones fijas" en la temática de "perforación del suelo o de la roca, explotación minera", del área de "procedimientos o dispositivos para la extracción de petróleo, gas, agua o materiales solubles o fundibles o de una suspensión de materias minerales a partir de pozos, aquí las relaciones se establecen entre las patentes que clasifican en la temática relacionada con los "procedimientos de fracturación" (*E21B0043/247000*) y las patentes que clasifican en "procedimientos de recuperación optimizada para la extracción de hidrocarburos" (*E21B0043/160000*). Y esta última, con las patentes que clasifican en la temática "explosivos" (*E21B0043/248000*). Entre estos 3 temas existen el mayor número de clasificaciones conjuntas en el dominio Shale gas.

Las relaciones interdisciplinarias de mayor interés para esta investigación son las relaciones conjuntas entre las clasificaciones: *G1N0033-280000/G1N0033-260000/G6F0019*. Son importantes porque revelan que existen patentes en este dominio que han trabajado en tecnologías relacionadas con investigaciones o análisis de materiales por determinación de sus propiedades químicas o físicas, utilizando el tratamiento de datos digitales eléctricos, a partir de equipos o métodos de proceso de datos o de cómputo digital.

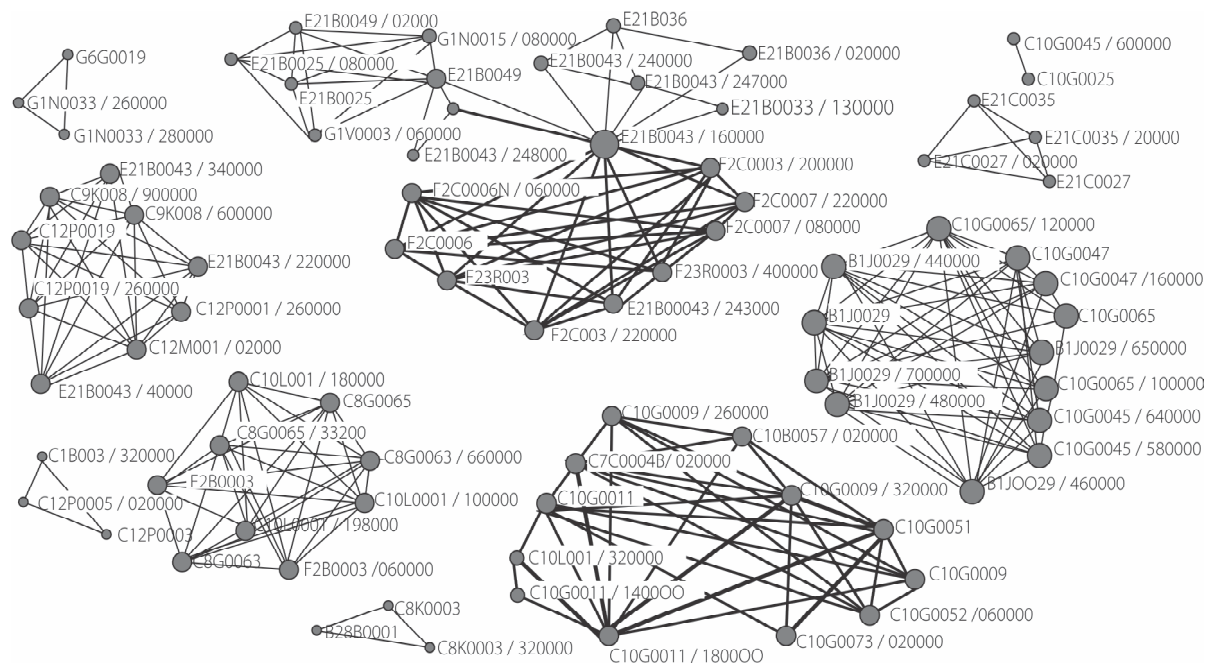


Figura 2. Clasificaciones conjuntas (Subgrupo, Clasificación Internacional de Patentes).

Fuente: Software proINTEC 2013.

Área temática de los inventores:

La sección de Química (C) y Construcciones Fijas (E) tiene el mayor número de investigadores asociados, seguida por la sección de Mecánica (F), Física (G) y Técnicas Industriales Diversas (B).

A partir del interés que tiene este estudio en el área de Física, a continuación se listan los investigadores que trabajan en esta área del conocimiento en el dominio Shale gas:

1. McNeil (III); Robert Irving
2. Nicholson; James William
3. O'Meara (Jr.); Daniel J.
4. Skelt; Christopher
5. Zeilinger; Sabine Claudia
6. dos Santos; Helio Mauricio Ribeiro

Área temática de los titulares:

El mayor número de titulares de este dominio trabajan en investigaciones tecnológicas relacionadas

con Construcciones Fijas (E), seguidos por el área de Química, así como los que investigan en ambas secciones del conocimiento tecnológico. En la sección G, F y B sólo le han concedido patentes a un reducido número de titulares en el periodo estudiado (Figura 3).

Existen sólo 2 titulares trabajando en el área de Física dentro del dominio, estos son: *Chevron Corporation* y *Shell Oil Company*. Y los titulares que ostentan mayor actualidad (patentes concedidas en 2012) en el dominio son: Chevron U.S.A. Inc. Con una patente en el año 2012 relacionada con la sección G (CIP); y *LUCA Technologies, Inc.*

Colaboración Científico Tecnológica

Este análisis revela que existen relaciones de colaboración entre los inventores que trabajan en las investigaciones patentables sobre Shale gas (Figura 4). La investigación resalta dentro del dominio el nodo de investigadores relacionados con el área de la Física. En este caso, los investigadores Robert Irving McNeil (III),

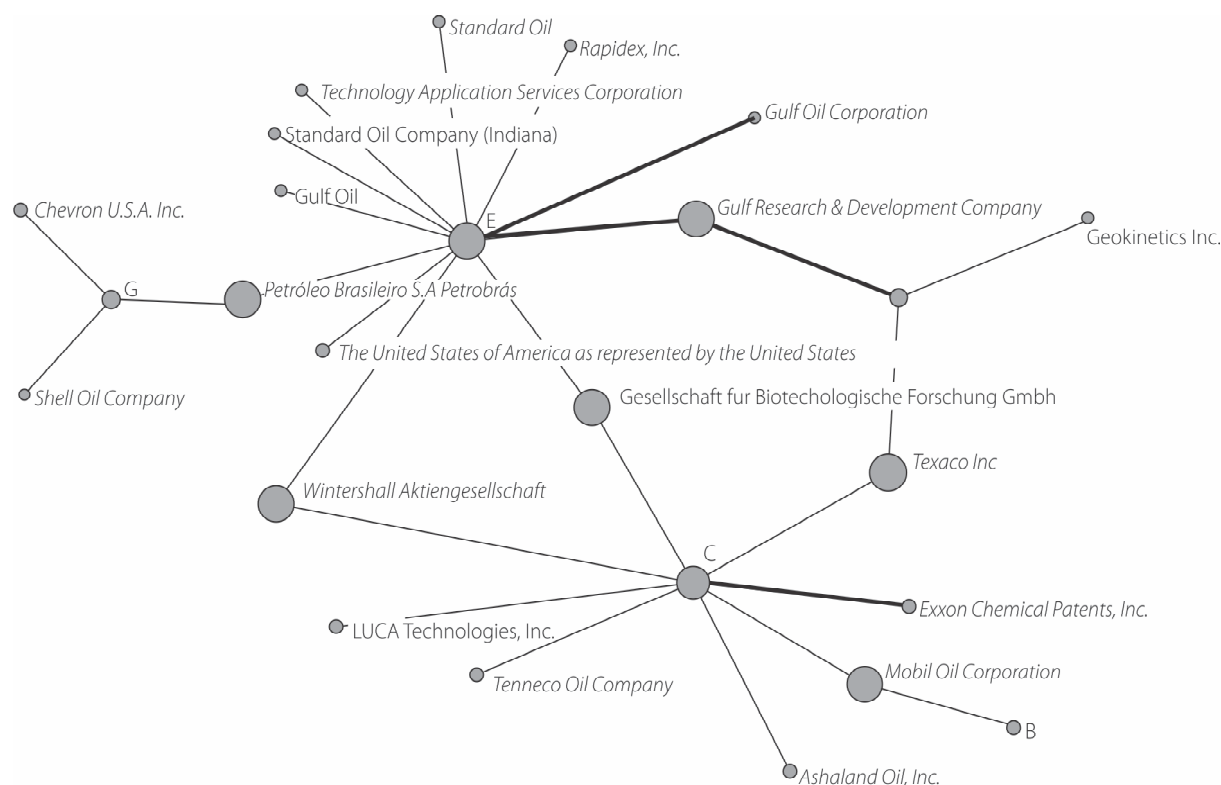


Figura 3. Titulares por Sección, Clasificación Internacional de Patentes.

Fuente: Software proINTEC 2013.

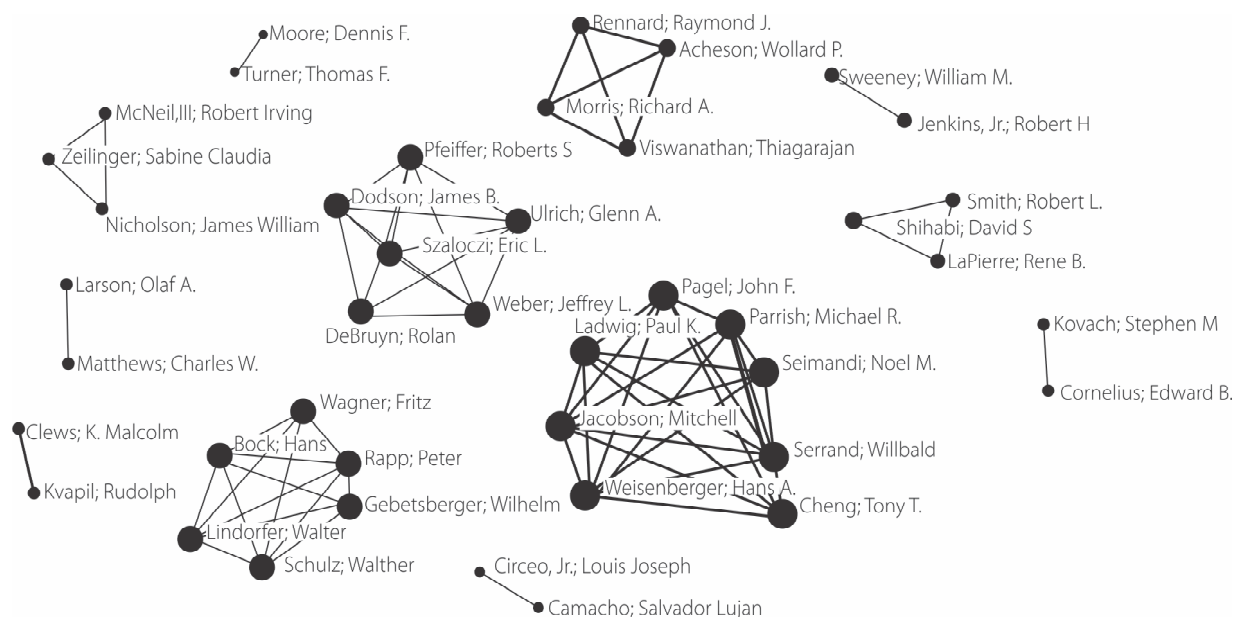


Figura 4. Inventores conjuntos.

Fuente: Software proINTEC 2013.

James William Nicholson y Sabine Claudia Zeilinger trabajan dentro del área técnica de Física en el "Tratamiento de datos digitales eléctricos", en específico "Equipos o métodos de proceso de datos o de cómputo digital" asociados a la búsqueda de Shale gas.

United States Patent and Trademark solicitadas

El dominio tecnológico sobre Shale gas en la BD de patentes solicitadas de Estados Unidos tiene un total de 51 patentes, entre el año 2001 y julio del 2012. El promedio de solicitudes al año es de unos 6 registros, se supera exponencialmente esta cifra en el año 2003 (28 solicitudes). Y se vuelve a observar un incremento de solicitudes a partir del 2010, crecimiento que se mantiene hasta el año 2012.

Clasificación internacional de patentes

Las patentes solicitadas ante la USPTO en este dominio trabajan en 5 secciones de la CIP. La clasificación de la sección E sobre *construcciones fijas* tiene el mayor número de patentes asociadas, seguidas por solicitudes

en: Física (13), Química (4), Técnicas industriales diversas (B) y Electricidad (2).

Los análisis por los diferentes niveles jerárquicos de la CIP destacan que:

- las solicitudes de patentes sólo trabajan en 9 clases tecnológicas. Aunque sus propuestas de invención abarquen 5 áreas tecnológicas de las 8 que existen en la CIP, sus investigaciones sólo se profundizan en una parte de estos sectores del conocimiento.

- las solicitudes trabajan en 11 subclases temáticas, donde se mantiene la sección G como la más investigada en sus diferentes sectores seguida respectivamente por las secciones: C, E, B y H.

En el análisis por *grupo* se amplían más las áreas de la tecnología que investigan cada sector tecnológico, y se destaca la incidencia científico-tecnológico que tienen los siguientes grupos:

- E21B0043: Procedimientos o dispositivos para la extracción de petróleo, gas, agua o materiales solubles o fundibles o de una suspensión de materias minerales a partir de pozos.

- G6G0007: Dispositivos en los que la operación de cálculo es efectuada haciendo variar valores eléctricos o magnéticos.

- E21B0036: Disposiciones para el calentamiento, el enfriamiento, o el aislamiento, en los orificios de perforación o en los pozos, p. ej. para utilizarse en zonas heladas.

- G6F0019: Equipos o métodos de proceso de datos o de cómputo digital, especialmente adaptados a aplicaciones específicas.

- E21B0047: Prospecciones en los orificios de perforación o en los pozos.

Por último, el *análisis por subgrupos* reveló que los principales grupos que derivan en subgrupos, son:

- E21B0043/200000: trabaja dentro de los procedimientos, que son mediante desplazamientos por agua.

- G6G0007/400000: Dispositivos en los que la operación de cálculo es efectuada haciendo variar valores eléctricos o magnéticos, de ecuaciones diferenciales parciales.

- E21B0043/300000: Procedimientos o dispositivos para la extracción de petróleo, gas, agua o materiales solubles o fundibles o de una suspensión de materias minerales a partir de pozos. Disposición particular de

pozos, p. ej. disposición óptima de espaciamiento de pozos.

- G6G0007/500000: Dispositivos en los que la operación de cálculo es efectuada haciendo variar valores eléctricos o magnéticos, para redes de distribución, p. ej. para fluidos.

- G1V0001/300000: Sismología. Prospección o detección sísmica o acústica. Análisis.

Se obtuvo además, que los titulares que solicitan invenciones en la sección de Física se corresponden con los titulares que tienen mayor productividad del dominio. Significa que las principales compañías del mundo liderando innovaciones sobre Shale gas investigan en esta área del conocimiento tecnológico.

Colaboración - En el dominio patentes solicitadas de la USPTO no se manifiestan muchas relaciones de colaboración entre titulares. Por ejemplo, sólo existen relaciones entre 2 signatarios: *China Petroleum & Chemical Corporation* y *Research Institute of Petroleum Processing Sinopec*.

Tampoco existen muchos grupos de investigación que colaboran entre sí en este dominio.

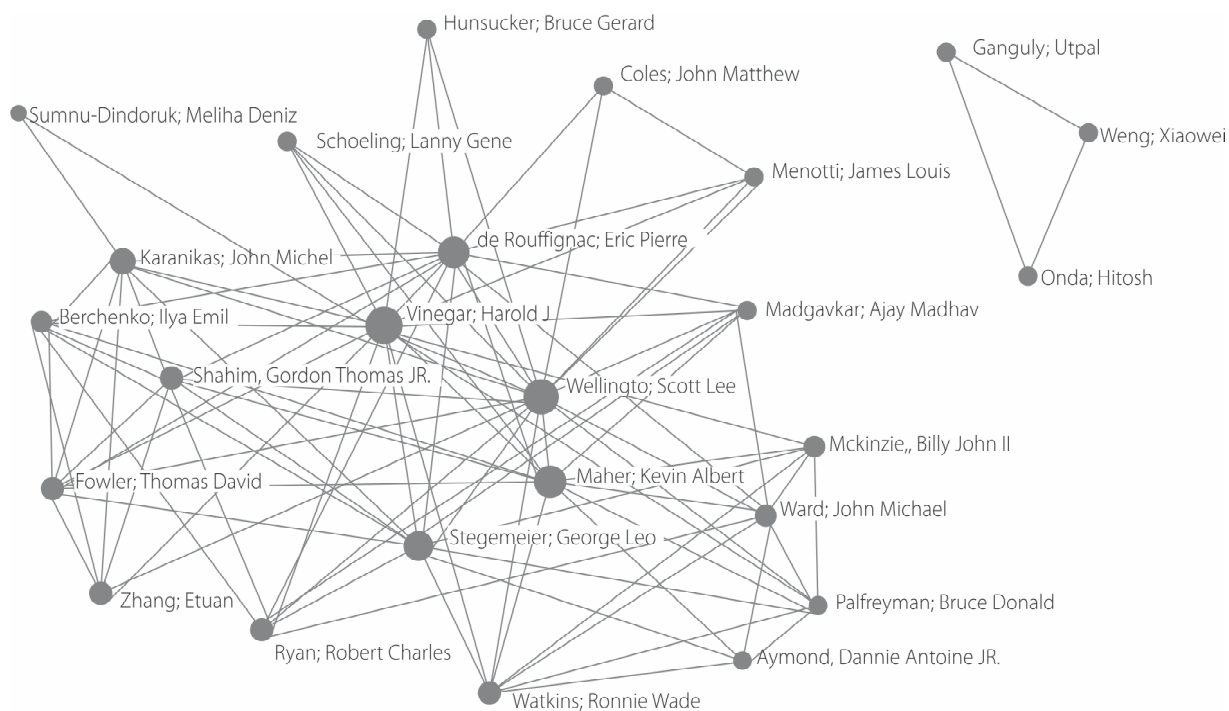


Figura 5. Colaboración de inventores.

Fuente: Software proINTEC 2013.

Solo se observa un amplio equipo de inventores pertenecientes a Shell Oil Company que colaboran entre sí para desarrollar las tecnologías que este titular solicita (Figura 5). Fuera de este amplio grupo, existen sólo 3 tecnólogos en colaboración, y como dato interesante estos inventores han solicitado protección en el año 2012.

PatentScope

En la base de datos *PatentScope* solo existen 11 patentes relacionadas con Shale gas. Cifra que indica un bajo grupo de invenciones tramitadas mediante el PCT en este dominio temático.

Dentro de la serie temporal que se analiza solo en 7 años se formalizaron patentes sobre Shale gas mediante PCT. Se observa que a partir del 2007 se incrementó la introducción de sus tecnologías en el mercado internacional, pero sufre una recaída en el 2010.

Clasificación Internacional de Patentes

Las 11 patentes de este estudio están relacionadas con 4 secciones de la CIP. El mayor número de patentes se relaciona con la temática (E21B) *"Earth or rock drilling; obtaining oil, gas, water, soluble or meltable materials or a..."*. El resto de las clasificaciones pertenecen a la siguiente área de la técnica: C01B - Non-metallic elements; compounds thereof (1 patente), E21C - Mining or quarrying (1 patente), y G06G - Analogue computers (1 patente)

Conclusión

Se analizaron las tres bases de datos, las tecnologías constituidas mediante las patentes concedidas, las innovaciones en proceso a través de las invenciones solicitadas y las tecnologías introducidas en el mercado internacional mediante la vía PCT. Se identificó la trayectoria tecnológica del dominio Shale gas a partir del estudio de la unidad de análisis e indicadores propuestos. Los resultados de este análisis

cubren distintos aspectos tales como: relaciones temáticas, áreas temáticas de los inventores, colaboración científico-tecnológica y colaboración entre titulares.

Respecto a la colaboración se observa muy pocas relaciones de colaboración entre titulares. También se aprecia que existen muy pocos grupos de investigación que colaboran entre sí. Solo se identifica un amplio equipo de inventores pertenecientes a Shell Oil Company.

Con relación a la introducción de estas tecnologías en el mercado internacional se observa que ésta se ha dado principalmente en los últimos 7 años, en los cuales se formalizaron patentes sobre Shale gas mediante PCT.

El principal resultado de este análisis es que constató que existen patentes dentro de este dominio que están reivindicando invenciones sobre tecnologías orientadas a la metrología y a la explotación de suelos y rocas. Se pudo apreciar que se están desarrollando tecnologías relacionadas con análisis de materiales por determinación de sus propiedades químicas o físicas, utilizando el tratamiento de datos digitales; a partir de equipos o métodos de procesos de cómputo; son las grandes compañías como: Chevron Corporation y Shell Oil Company, las que están liderando estas innovaciones. Es decir, mediante la metodología propuesta se logran identificar las temáticas presentes en los procesos geofísicos de aceite y gas de lutita (Shale gas) relacionados con la utilización de equipos de cómputo digital, satisfaciendo el principal interés del estudio.

Agradecimientos

Los autores Elio A. Villaseñor y Humberto Carrillo agradecen al proyecto Prototipo de Plataforma interactiva para la Visualización y Simulación de Procesos Geofísicos de Gas y Aceite de lutita (Shale) con clave CONACYT/PROINOVA 184601 y a la empresa Servicios y Suministros en Informática S.A. de Capital Variable <www.plenumsoft.com.mx> por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

Referencias

Bhatt, A.; Helle, H.B. Committee neural networks for porosity and permeability prediction from well logs. *Geophysical Prospecting*, v.50, n.645, p.660, 2002.

Cong, H.; Han-Tong, L. Pattern-oriented associative rule-based patent classification. *Expert Systems with Applications*, v.37, n.3, p.2395-2404, 2010.

Díaz-Pérez, M. *Visualización del análisis del dominio tecnológico de Cuba: 1997-2008*. 2010. Tesis (Doctoral en Documentación) - Departamento de Biblioteconomía y Documentación, Universidad de Granada, Granada, 2010.

Díaz-Pérez, M.; Giraldez Reyes, R.; Armas Peñas, D. Principales resultados de innovación tecnológica de Cuba en Estados Unidos: una visión desde las patentes. *Ciencias de la Información*, v.39, n.2, p.37-46, 2008.

Díaz-Pérez M., et al. Análisis patentométrico de la información desde la perspectiva de género. *Acimed*, v.20, n.2, 2009. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352009000800002&script=sci_arttext>. Acceso en: 20 sep. 2013.

Díaz-Pérez, M.; Guzmán M.V.; Orea U. Estudio patentométrico de un proyecto de investigación. *Ciencias de la Información*, v.38, n.1-2, p.57-66, 2007.

Díaz-Pérez, M.; Moya-Anegón, F. El Análisis de patentes como estrategia para la toma de decisiones innovadoras. *El Profesional de la Información*, v.17, n.3, 2008. Disponible en: <<http://www.elprofesionaldeinformacion.com/contenidos/2008/mayo/05.html>>. Acceso en: 2 oct. 2013.

Díaz-Pérez, M.; Rivero, S.; Moya-Anegón, F. Producción tecnológica latinoamericana con mayor visibilidad internacional: 1996-2007: un estudio de caso: Brasil. *Revista Española de Documentación Científica*, v.33, n.1, p.34-62, 2010.

Dorrington, K.P.; Link, C.A. Genetic-algorithm/neural-network approach to seismic attribute selection for well-log prediction. *Geophysics*, v.69, n.1, p.212-221, 2004.

Fall, C.J., et al. Automated categorization in the international patent classification. *ACM SIGIR Forum*, v.37, n.1, p.10-25, 2003.

Giráldez, R.; Díaz-Pérez, M.; Armas, D. PROInTec: un software para el tratamiento inteligente de datos sobre patentes. *Acimed*, v.17, n.5, p.1-9, 2008. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008000500006>. Acceso en: 17 sep. 2013.

Helle, H.B.; Bhatt, A.; Ursin, B. Porosity and permeability prediction from wireline logs using artificial neural networks:

a north sea case study. *Geophysical Prospecting*, v.49, n.4, p.431-444, 2001.

Iturriaran, U. Smooth regression to estimate effective porosity using seismic attributes. *Journal of Applied Geophysics*, v.76, p.1-12, 2012.

Jaffe, A.B.; Trajtenberg, M. *Patents, citations & innovations: A window on the knowledge economy*. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.

Leydesdorff, L. Various methods for the mapping of science. *Scientometrics*, v.1, n.5-6, p.291-320, 1987.

Leydesdorff, L. The university-industry knowledge relationship: Analyzing patents and the science base of technologies. *Journal of the American Society for Information Science & Technology*, v.55, n.11, p.991-1001, 2004.

Leydesdorff, L. Patent classifications as indicators of intellectual organization. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v.59, n.10, p.1582-1597, 2008.

Leydesdorff, L.; Heimeriks, G. The self organization of the European Information Society: The case of "Biotechnology". *Journal of the American Society for information Science and Technology*, v.52, n.14, p.1262-1274, 2001.

Leydesdorff, L.; Meyer, M. The scientometrics of a triple helix of university-industry-government relations (Introduction to the topical issue). *Scientometrics*, v.70, n.2, p.207-222, 2007.

Oficina Española de Patentes y Marcas. *Manual de estadísticas de patentes de la OCDE*. Madrid: OEPM, 1994.

Pramanik, A.G., et al. Estimation of effective porosity using geostatistics and multiattribute transforms: A case study. *Geophysics*, v.69, n.2, p.352-372, 2004.

Tijssen, R.J.W. *Cartography of science: Scientometric mapping with multidimensional scaling methods*. Leiden: DSWO Press, 1992.

Van Zeebroeck, et al. Issues in measuring the degree of technological specialization with patent data. *Scientometrics*, v.66, n.3, p.481-492, 2006.

